

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Hitoshi MIYANO

Serial No.: (new)

Art Unit:

Filed: February 10, 2004

Examiner:

For: ENDOSCOPE OBJECTIVE LENS

LETTER

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

February 10, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant hereby claims the right of priority based on the following application:


<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
Japan	2003 - 036924	February 14, 2003

A certified copy of the above-noted application is attached hereto.

Please charge any fees under 37 C.F.R. § 1.16 - 1.21(h) or credit any overpayment to Deposit Account No. 01-2509.

Respectfully submitted,

ARNOLD INTERNATIONAL

By   
Bruce Y. Arnold  
Reg. No. 28,493

(703) 759-2991

P.O. Box 129  
Great Falls, VA 22066-0129

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 2 月 1 4 日

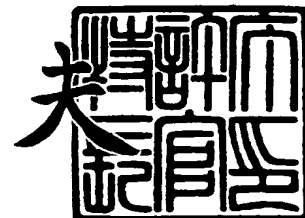
出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 3 6 9 2 4  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 0 3 6 9 2 4 ]

出 願 人  
Applicant(s): 富士写真光機株式会社

2 0 0 3 年 1 1 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 FJ02-034

【提出日】 平成15年 2月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 13/04

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光機株式会社内

【氏名】 宮野 俊

【特許出願人】

【識別番号】 000005430

【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100109656

【弁理士】

【氏名又は名称】 三反崎 泰司

【代理人】

【識別番号】 100098785

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019482

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内視鏡用対物レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 3 群 3 枚構成の内視鏡用対物レンズであって、  
物体側から順に、  
像側に凹面を向けた平凹形状または負のメニスカス形状を有する第 1 のレンズ  
と、  
像側に凸面を向けた平凸形状を有する正の第 2 のレンズと、  
物体側に凸面を向けた平凸形状を有する正の第 3 のレンズと  
を備え、  
前記第 2 のレンズの物体側の面に接するように絞りが設けられ、  
かつ、以下の条件式 (1) ないし条件式 (3) を満足するように構成されてい  
る

ことを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$$2.00 < |f_1 / f| < 3.00 \quad \cdots (1)$$

$$2.50 < |f_1 / D_2| < 3.00 \quad \cdots (2)$$

$$|D_3 / R_4| < 1.00 \quad \cdots (3)$$

但し、

$f_1$  : 第 1 のレンズの焦点距離

$f$  : 全系の焦点距離

$D_2$  : 第 1 のレンズの像側の面と前記第 2 のレンズの物体側の面との光軸上に  
おける間隔

$D_3$  : 第 2 のレンズの中心厚

$R_4$  : 第 2 のレンズにおける像側の面の曲率半径

【請求項 2】 前記第 3 のレンズにおける像側の面は、像面に設けられた光  
学繊維束の端面と、または撮像素子の端面と接合されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡用対物レンズ。

【請求項 3】 さらに、以下の条件式 (4) を満足するように構成されてい  
る

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の内視鏡用対物レンズ。

$n_{d1} > 1.80$  …… (4)

但し、

$n_{d1}$ ：第 1 のレンズの d 線に対する屈折率

【請求項 4】 前記第 1 のレンズは、モールド成型により形成されるモールドレンズである

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用対物レンズ。

【請求項 5】 前記第 2 および第 3 のレンズは、球状レンズからの削り出しにより形成されたものである

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内視鏡に用いられる対物レンズに関し、特に、比較的細い径を有する内視鏡に用いられる対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、医療現場において、患者の体内の観察あるいは治療を行う際に内視鏡が用いられている。このような内視鏡に用いられる対物レンズとしては、バックフォーカスをゼロとし、最終レンズの像側の面をイメージ・ガイドのファイバーバンドル端面と接合するようにしたものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。しかしこの場合には、最終レンズとその直前のレンズとの間隔（すなわち、ピント調整間隔）が大きく、対物レンズ全長が長くなってしまい、内視鏡としての操作性の悪化が懸念された。そこで、ピント調整間隔が短いタイプの対物レンズとして、例えば、特許文献 2 に開示された対物レンズが提案されている。また、3 枚構成のコンパクトなものとして、例えば、特許文献 3 に記載の対物レンズが開示されている。

## 【0003】

## 【特許文献1】

特開平2-69710号公報

## 【特許文献2】

特開平2-176612号公報

## 【特許文献3】

特開平9-68647号公報

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特許文献2の対物レンズは、第3のレンズの正のパワーが比較的大きいのでコマ収差や非点収差等の諸収差を補正するのに非球面を導入せざるを得ず、加工上の問題により高い寸法精度の確保が困難であった。一方、上記特許文献3の対物レンズでは、第1レンズのパワーの大きさや絞りの位置の条件などにより、非点収差の補正が不十分となる場合があった。

## 【0005】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、全体としてコンパクトな構成でありながら、高い光学性能を備えた内視鏡用対物レンズを提供することにある。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

本発明による内視鏡用対物レンズは、3群3枚構成の内視鏡用対物レンズであり、物体側から順に、像側に凹面を向けた平凹形状または負のメニスカス形状を有する第1のレンズと、像側に凸面を向けた平凸形状を有する正の第2のレンズと、物体側に凸面を向けた平凸形状を有する正の第3のレンズとを備え、第2のレンズの物体側の面に接するように絞りが設けられ、かつ、以下の条件式(1)ないし条件式(3)を満足するように構成されている。但し、 $f_1$ は第1のレンズの焦点距離を表し、 $f$ は全系の焦点距離を表し、 $D_2$ は第1のレンズの像側の面と第2のレンズの物体側の面との光軸上における間隔を表し、 $D_3$ は第2のレンズの中心厚を表し、 $R_4$ は第2のレンズにおける像側の面の曲率半径を表す。

$$2.00 < |f_1 / f| < 3.00 \quad \cdots (1)$$

$$2.50 < |f_1 / D_2| < 3.00 \quad \cdots (2)$$

$$|D_3 / R_4| < 1.00 \quad \cdots (3)$$

**【0007】**

本発明による内視鏡用対物レンズでは、上記のような構成にすることにより、小型化を図りつつ諸収差を良好に補正することができる。特に、条件式（１）および条件式（２）を共に満足することにより、十分な視野角を確保することができると共に像面湾曲を抑えることができる。また、特に、条件式（３）を満足することにより、コマ収差の発生を抑えることができる。

**【0008】**

また、本発明による内視鏡用対物レンズでは、第３のレンズにおける像側の面が、像面に設けられた光学繊維束の端面と、または撮像素子の端面と接合されていることが望ましい。ここで、「撮像素子の端面と接合」とは、第３のレンズにおける像側の面がカバーガラス等の保護層を介して接合されている場合をも含むものである。

**【0009】**

本発明による内視鏡用対物レンズでは、さらに、以下の条件式（４）を満足するように構成されていることが望ましい。但し、 $n_{d1}$ は第１のレンズの $d$ 線に対する屈折率を表す。

$$n_{d1} > 1.80 \quad \cdots (4)$$

この条件式（４）を満足するような高屈折率の光学ガラスを第１のレンズに用いることにより、第１のレンズに必要とされるパワーを維持しつつ、その像側の凹面の曲率半径を大きく（すなわち、曲率を緩く）することができる。

**【0010】**

また、本発明による内視鏡用対物レンズでは、第１のレンズが、モールド成型により形成されるガラスモールドレンズであることが望ましい。あるいは、モールド成型により形成されるプラスチックモールドレンズであってもよい。これにより、平凹形状または負のメニスカス形状を有する微小かつ高精度な寸法の第１のレンズを、より容易に精度良く得ることができる。

## 【0011】

さらに、また、本発明による内視鏡用対物レンズでは、第2および第3のレンズが、球状レンズからの削り出しにより形成されたものであることが望ましい。これにより、平凸形状を有する微小かつ高精度な寸法の第2および第3のレンズを、より容易に得ることができる。

## 【0012】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

## 【0013】

図1および図2は、本発明の一実施の形態に係る内視鏡用対物レンズ（以下、単に対物レンズという。）の構成例を示している。図1および図2において、符号 $R_i$  ( $R_1 \sim R_6$ ) は、 $i$  番目の構成要素の面 $S_i$  ( $i = 1 \sim 6$ ) の曲率半径を示し、符号 $D_i$  ( $D_1 \sim D_3$ ) は、 $i$  番目の面と $i + 1$  番目の面との光軸上の面間隔を示す。図1および図2には、参考として、中心を通過した光線の光路および最大画角で入射した光線の光路についても示す。

## 【0014】

図1および図2に示した本実施の形態に係る対物レンズは、比較的小さいサイズ（例えば直径 $\phi = 1.0$  mm以下）のレンズ外径を有するものである。

## 【0015】

この対物レンズは、光軸 $Z_1$ に沿って、物体側より順に、第1レンズ $L_1$ 、第2レンズ $L_2$ および第3レンズ $L_3$ を備えた3群3枚構成のレンズとなっている。ここで、絞り $S_t$ が、第1レンズ $L_1$ と第2レンズ $L_2$ との間の最も第2レンズ $L_2$ 側に、すなわち、第2レンズ $L_2$ の物体側の面 $S_3$ に接するように設けられている。この場合、絞り $S_t$ は、面 $S_3$ に貼り合わせて設けるようにしてもよい。また、この対物レンズの結像面 $S_{img}$ （撮像面）には、内視鏡の接眼部分に光束を導くためのイメージ・ガイド・ファイバなどの光学繊維束の端面（図示せず）が配置される。あるいは、CCD（Charged Coupled Device；電荷結合素子）などの撮像素子（図示せず）のカバーガラスを配置するようにしてもよい。なお、光面（光束が透過する面）は全て球面または平面により構成されており、さ



らに、各レンズはほぼ均一な屈折率分布を示す光学材料によって構成されている。

#### 【0016】

第1レンズL1は、像側に凹面を向けた平凹形状またはメニスカス形状をなし、負のパワーを備えている。この第1レンズL1は、モールド成型により形成されるモールドレンズであることが望ましい。

#### 【0017】

第2レンズL2は、像側に凸面を向けた平凸形状をなし、正のパワーを備えている。さらに、第3レンズL3は、物体側に凸面を向けた平凸形状をなし、正のパワーを備えている。ここで、第3レンズL3における像側の面S6が、上述した光学繊維束の端面、あるいは、撮像素子のカバーガラスと接合するように構成することが好ましい。また、第2および第3レンズL2、L3は、球状レンズからの削り出しにより形成されたものであることが望ましい。

#### 【0018】

この対物レンズは、以下の条件式(1)ないし条件式(3)を満足するように構成されている。但し、 $f_1$ は第1レンズL1の焦点距離を表し、 $f$ は全系の焦点距離を表す。

$$2.00 < |f_1 / f| < 3.00 \quad \cdots (1)$$

$$2.50 < |f_1 / D_2| < 3.00 \quad \cdots (2)$$

$$|D_3 / R_4| < 1.00 \quad \cdots (3)$$

#### 【0019】

この対物レンズは、さらに、以下の条件式(4)を満足するように構成されていることが望ましい。但し、 $n_{d1}$ は第1レンズL1のd線に対する屈折率である。

$$n_{d1} > 1.80 \quad \cdots (4)$$

#### 【0020】

次に、この対物レンズの作用および効果について説明する。

#### 【0021】

この対物レンズでは、第1ないし第3レンズL1～L3の3枚の単レンズから

なる簡単な構成とし、かつ、条件式(1)ないし条件式(3)を満足するようにしたので、コンパクト化を図りつつ、諸収差を良好に補正することができる。特に、面 $S_1 \sim S_6$ がいずれも非球面形状を含んでいないので、比較的容易に高い寸法精度を得ることができる。また、絞り $S_t$ を第2レンズ $L_2$ の物体側の面 $S_3$ に接するように配置したことにより、結像面 $S_{img}$ への入射光を光軸 $Z_1$ とほぼ平行にすることができる。よって、テレセントリック性を容易に確保することができるので、イメージ・ガイドの光ファイバを透過する際の光の損失を抑制することができ、あるいは、撮像素子の素子面に垂直入射することができ、物体からの光量を効率よく確保できる。

#### 【0022】

条件式(1)は、第1レンズ $L_1$ の焦点距離 $f_1$ と全系の焦点距離 $f$ との比を規定するものである。条件式(1)を満足することにより、第1レンズ $L_1$ のパワー範囲が適正となる。一方、条件式(2)は、第1レンズ $L_1$ の焦点距離 $f_1$ と面間隔 $D_2$ との比を規定するものであり、条件式(2)を満足することにより、面間隔 $D_2$ の範囲が適正となる。条件式(1)の上限を上回ったりまたは、条件式(2)の上限を上回ったりすると、第1レンズ $L_1$ のパワーが不足するので十分な視野角の確保が困難となる。一方、条件式(1)の下限を下回ったり、または、条件式(2)の下限を下回った場合には、像面湾曲がアンダーになる。すなわち、遮光線束が本来の結像面 $S_{img}$ の手前で結像してしまい、良好な観察像が得られなくなる。

#### 【0023】

条件式(3)は、第2レンズ $L_2$ の中心厚 $D_3$ と、第2レンズ $L_2$ における像側の面 $S_4$ の曲率半径 $R_4$ との比を規定するものである。絞り $S_t$ を、面 $S_3$ に接するように設置した場合、中心厚 $D_3$ と曲率半径 $R_4$ とを等しくすると、すなわち、 $|D_3/R_4|$ が1となるようにすると、面 $S_3$ から入射した光束の主光線は面 $S_4$ に対して垂直に入射する。ここで、 $|D_3/R_4|$ が1よりも大きくなるようにすると、すなわち、条件式(3)の上限を上回るようにすると、斜光線は面 $S_4$ において急激に屈折されることとなり、コマ収差の発生を招いてしまう。条件式(3)を満足するようにすれば、そのようなコマ収差の発生を抑制す

ることができる。

#### 【0024】

また、本実施の形態の撮像レンズでは、組み立て上の理由から、あるいは製造性の理由から、鏡胴内に第1レンズL1、スペーサ、絞りSt、第2レンズL2、スペーサおよび第3レンズL3をこの順に挿入して設置する構造となっている。このような構造の場合、最終レンズである第3レンズL3を固定する必要がある。固定方法としては、鏡胴の周縁部を加締めることにより固定する方法もあるが、この撮像レンズではバックフォーカスをゼロとしているので、第3レンズL3における像側の面S6を、上述した光学繊維束の端面と、あるいは、撮像素子のカバーガラスと接合することにより固定できる。これにより固定用の加締めしろが不要となるので、有効径を損なうことなく第3レンズL3を固定することができ、レンズ外径の増大を防ぐことができる。

#### 【0025】

条件式(4)は、第1レンズL1に使用されるガラス材料の屈折率を規定するものである。第1レンズL1は、上述したように条件式(1)で規定されるパワーを有する必要がある、その方法としては、例えば、面S2の曲率半径R2を小さくすることが考えられる。しかし、曲率半径R2を小さくしすぎると、収差を発生し易くするばかりでなく、必要とされる有効径の大きさも確保できなくなる恐れがある。このため、条件式(4)を満足する高い屈折率を有するガラス材料を用いることにより、曲率半径R2を小さくしすぎることなく、条件式(1)で規定される第1レンズL1のパワーを容易に得ることができる。凹形状である面S2の曲率半径R2をある程度大きくしておくことは、加工する上での容易性が得られるので、有利である。

#### 【0026】

本実施の形態の対物レンズは、非常に微細なサイズであるので、通常の形成方法で作製するのは困難である。特に、例えば、凹形状の面S2を有する第1レンズL1において、レンズの両面にチャックを押し当てて芯取りを行うベルクランプ法を用いた場合には、偏芯量を小さく抑えることが困難である。このため、第1レンズL1は、耐熱性セラミックなどの金型を用いたモールド成型により形成

されるモールドレンズであることが望ましい。この場合、ガラスモールドレンズであることが特に望ましいが、プラスチックモールドレンズであってもよい。一方、凹面を持たない第2および第3レンズL2, L3は、球状レンズからの削り出しにより形成されたものであることが望ましい。すなわち、通常用いられる磨き皿による研磨方法ではなく、所定の直径を有する球状レンズを削って所望の中心厚を決定したのち、所望のレンズ外径となるように芯取りを行うという方法が簡便であり、望ましい。

#### 【0027】

このように、本実施の形態の対物レンズによれば、良好な収差性能と十分な視野角とを備えつつ、よりコンパクトな構成とすることができる。さらに、本実施の形態の対物レンズは、非球面形状を含んでいないので、比較的容易に高い寸法精度を得ることができる。加えて、テレセントリック性を容易に確保することができる。

#### 【0028】

##### 【実施例】

次に、上記実施の形態に係る対物レンズの具体的な数値実施例について説明する。

#### 【0029】

以下、第1および第2の数値実施例（実施例1, 2）をまとめて説明する。ここで、図1および図3が実施例1に対応し、図2および図4が実施例2に対応する。図3および図4は、図1および図2に示した対物レンズの構成に関するデータを示している。図3および図4における $S_i$ （面番号）の欄には、各実施例の対物レンズについて、最も物体側の構成要素の面を1番目として、像側に向かうに従い順次増加する $i$ 番目（ $i = 1 \sim 6$ ）の構成要素の面の番号を示している。 $R_i$ （曲率半径）の欄には、図1および図2で付した符号 $R_i$ に対応した、物体側から $i$ 番目（ $i = 1 \sim 6$ の面の曲率半径の値を示す。同様に、 $D_i$ （面間隔）の欄についても、図1および図2で付した符号 $D_i$ に対応した、物体側から $i$ 番目（ $i = 1 \sim 5$ ）の面と $i + 1$ 番目の面との光軸上の間隔を示す。ここで、曲率半径 $R_i$ 、および面間隔 $D_i$ の単位はミリメートル（mm）である。さらに、 $n$

$d_i$  (屈折率) の欄には、物体側から  $i$  番目 ( $i = 1 \sim 6$ ) のレンズ要素の  $d$  線 (波長;  $587.6 \text{ nm}$ ) に対する屈折率の値を示し、 $v_j$  (アッペ数) の欄には、物体側から  $j$  番目 ( $j = 1 \sim 3$ ) のレンズ要素の  $d$  線に対するアッペ数の値を示す。

#### 【0030】

図5には、各実施例における視野角  $2\omega$  ( $\omega$  = 半視野角)、像高  $h$ 、有効Fナンバーおよび絞り径  $SD$  のデータと、条件式 (1) ないし条件式 (3) に対応する算出値とをまとめて示す。ここで、像高  $h$  および絞り径  $SD$  の単位はミリメートル (mm) である。なお、比較を容易にするため、各実施例について、全系の焦点距離  $f$  を  $0.5 \text{ mm}$  に統一すると共に物体距離 (第1レンズ  $L_1$  の物体側の面  $S_1$  と物体との距離) を  $10 \text{ mm}$  としている。

#### 【0031】

図5に示したように、実施例1, 2は、いずれも条件式 (1) ないし条件式 (3) を満足している。さらに、図3に示したように、実施例1, 2における屈折率  $n_{d1}$  がいずれも  $1.90680$  であり、条件式 (4) を満足している。

#### 【0032】

図6 (A) ~ 図6 (D) は、実施例1の対物レンズにおける球面収差、非点収差、ディストーション (歪曲収差) および倍率色収差を示している。同様に、図8 (A) ~ 図8 (D) は、実施例2の対物レンズにおける球面収差、非点収差、ディストーション (歪曲収差) および倍率色収差を示している。各収差図は、 $d$  線を基準波長とした収差を示し、特に、球面収差および倍率色収差については、F線 (波長;  $486.1 \text{ nm}$ )、C線 (波長;  $656.3 \text{ nm}$ ) についても示す。非点収差において、実線はサジタル方向 (Sで図示) の収差を示し、破線はタンジェンシャル方向 (Tで図示) の収差を示す。

#### 【0033】

さらに、図7は、実施例1の対物レンズについての各半視野角  $\omega$  におけるコマ収差を表している。より詳細には、図7 (A) ~ 図7 (D) がタンジェンシャル方向におけるコマ収差を表し、図7 (E) ~ 図7 (G) がサジタル方向におけるコマ収差を表す。同様に、実施例2の対物レンズについての各半視野角  $\omega$  におけ

るコマ収差を、図9 (A) ~ 図9 (G) に示す。なお、各収差の基準波長は  $d$  線である。

#### 【0034】

以上の各レンズデータおよび各収差図から分かるように、各実施例において、所定の条件式を満たし、諸収差を良好に補正することができ、十分な視野角  $2\omega$  を確保しつつ、よりコンパクトな構成を比較的容易に実現することができた。

#### 【0035】

##### [比較例]

次に、本実施の形態に係る対物レンズに対する比較例となる従来の対物レンズについて説明する。

#### 【0036】

図10は、比較例としての従来の対物レンズの構成を表すものである。図11および図12は、図10の対物レンズについてのレンズデータである。なお、この比較例の対物レンズは、上記特許文献3において実施例5として記載されているものである。なお、図10ないし図12における符号  $S_i$ 、 $R_i$ 、 $D_i$ 、 $nd_i$  および  $\nu_j$  は、図1ないし図5に示した符号に対応する。また、実施例1、2と同様に、曲率半径  $R_i$ 、屈折率  $D_i$ 、像高  $h$  および絞り径  $SD$  の単位はミリメートル (mm) である。

#### 【0037】

この比較例の対物レンズ (図10) における第1レンズ  $L_{11}$  ないし第3レンズ  $L_{13}$  は、本実施の形態に係る実施例1、2の対物レンズ (図1および図2) における第1レンズ  $L_1$  ないし第3レンズ  $L_3$  に対応するものである。図13および図14は、上述の実施例1、2の場合 (図6ないし図9) と同様に、この比較例の対物レンズについての諸収差を示すものである。

#### 【0038】

図11および図12から明らかなように、この比較例の対物レンズは、実施例1、2と比較して、特に、条件式 (1) ないし条件式 (3) についてその条件を満足していない。このため、例えば、図13 (B) に示したように、非点収差が大きく、十分に補正されていないなど、実施例1、2と比較して十分な性能が得

られていない。なお、特許文献3に記載されている他の実施例に関しても、本実施の形態における条件式(1)ないし条件式(4)の条件をすべて満足しているものはない。

#### 【0039】

なお、本発明は、上記実施の形態および各実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔および屈折率の値などは、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

#### 【0040】

例えば、本実施の形態および実施例では、第1のレンズを平凹形状としたが、負のパワーを有するメニスカス形状とするようにしてもよい。

#### 【0041】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の内視鏡用対物レンズによれば、物体側から順に、像側に凹面を向けた平凹形状または負のメニスカス形状を有する第1のレンズと、像側に凸面を向けた平凸形状を有する正の第2のレンズと、物体側に凸面を向けた平凸形状を有する正の第3のレンズとを備え、第2のレンズの物体側の面に接するように絞りを設け、かつ、所定の条件式(1)ないし条件式(3)を満足するように構成したので、良好な収差性能と十分な視野角を備え、よりコンパクトな構成とすることができる。さらに、非球面形状を含んでいないので、比較的容易に高い寸法精度を得ることができる。加えて、テレセントリック性を容易に確保することができる。

#### 【0042】

特に、第3のレンズにおける像側の面が、像面に設けられた光学繊維束の端面と、または撮像素子の端面と接合するようにした場合には、有効径を損なうことなく第3のレンズを固定することも可能となり、外径の増大を防ぐことができる。

#### 【0043】

また、特に、所定の条件式(4)を満足するようにした場合には、第1のレンズに必要とされるパワーを維持しつつ、その像側の凹面の曲率半径を大きくする

ことができる。したがって、諸収差の発生を抑制できると共に、加工が容易になるので、より高い寸法精度を確保できる。

#### 【0044】

さらに、第1のレンズをモールド成型により形成されるモールドレンズとし、第2および第3のレンズを球状レンズからの削り出しにより形成されたものとした場合には、より優れた加工性を得ることができ、より高い寸法精度を確保できる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の一実施の形態に係る内視鏡用対物レンズの構成例を示すものであり、実施例1に対応するレンズ断面図である。

##### 【図2】

本発明の一実施の形態に係る内視鏡用対物レンズの他の構成例を示すものであり、実施例2に対応するレンズ断面図である。

##### 【図3】

本発明の実施例1に係る内視鏡用対物レンズについてのレンズデータを示す説明図である。

##### 【図4】

本発明の実施例2に係る内視鏡用対物レンズについてのレンズデータを示す説明図である。

##### 【図5】

本発明の実施例1, 2に係る内視鏡用対物レンズについての他のレンズデータを示す説明図である。

##### 【図6】

実施例1の内視鏡用対物レンズについての球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。

##### 【図7】

実施例1の内視鏡用対物レンズについてのコマ収差を示す収差図である。

##### 【図8】



実施例 2 の内視鏡用対物レンズについての球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。

【図 9】

実施例 2 の内視鏡用対物レンズについてのコマ収差を示す収差図である。

【図 10】

比較例としての内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図 11】

図 10 の比較例としての内視鏡用対物レンズについてのレンズデータを示す説明図である。

【図 12】

図 10 の比較例としての内視鏡用対物レンズについての他のレンズデータを示す説明図である。

【図 13】

図 10 の比較例としての内視鏡用対物レンズについての球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。

【図 14】

図 10 の比較例としての内視鏡用対物レンズについてのコマ収差を示す収差図である。

【符号の説明】

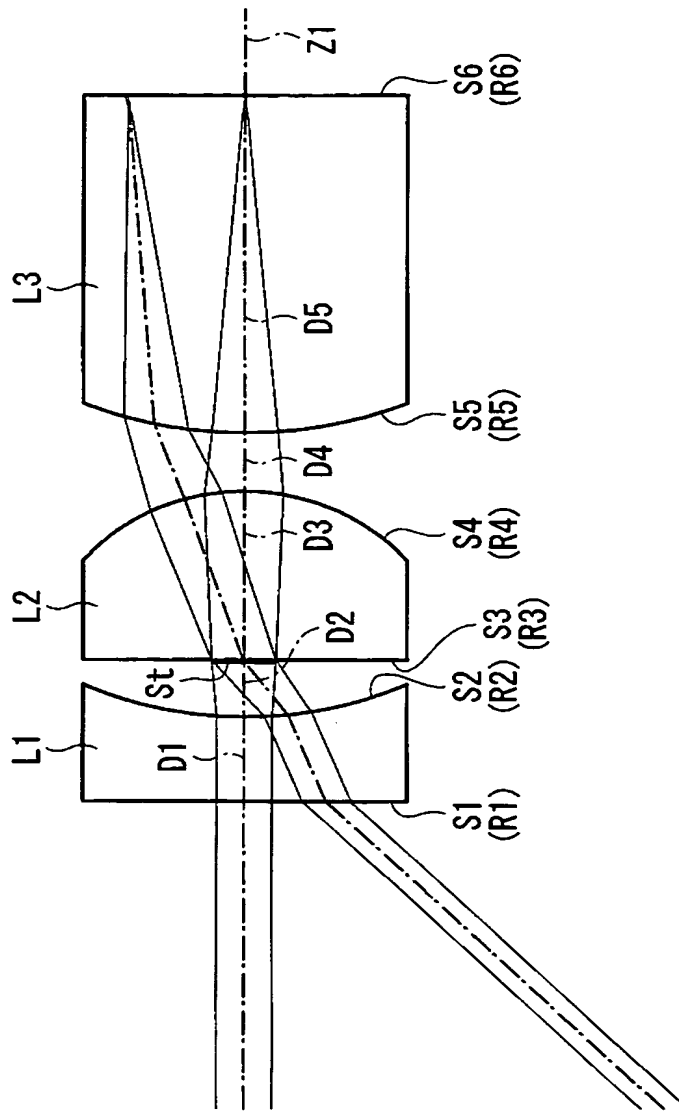
L 1…第 1 レンズ、L 2…第 2 レンズ、L 3…第 3 レンズ、S t…絞り。

【書類名】

図面

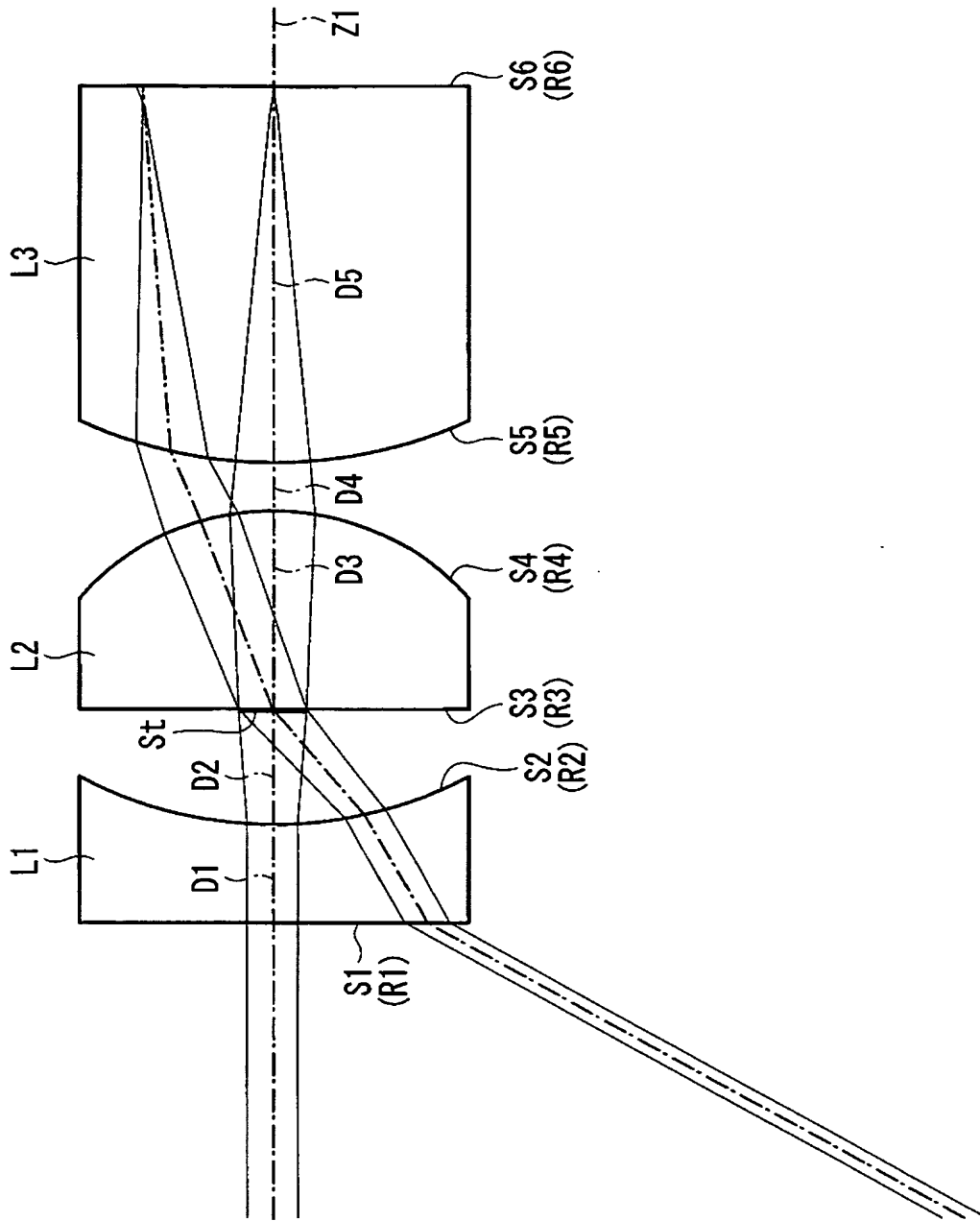
【図 1】

実施例 1



【図 2】

実施例 2



【図 3】

実施例 1				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndi (屈折率)	$\nu_j$ (アッベ数)
1	$\infty$	0.2750	1.90680	21.2
2	1.1000	0.1860	1.00000	
3	$\infty$	0.5500	1.88300	40.9
4	-0.6200	0.1920	1.00000	
5	1.2370	1.1506	1.88300	40.9
6	$\infty$		1.00000	

【図 4】

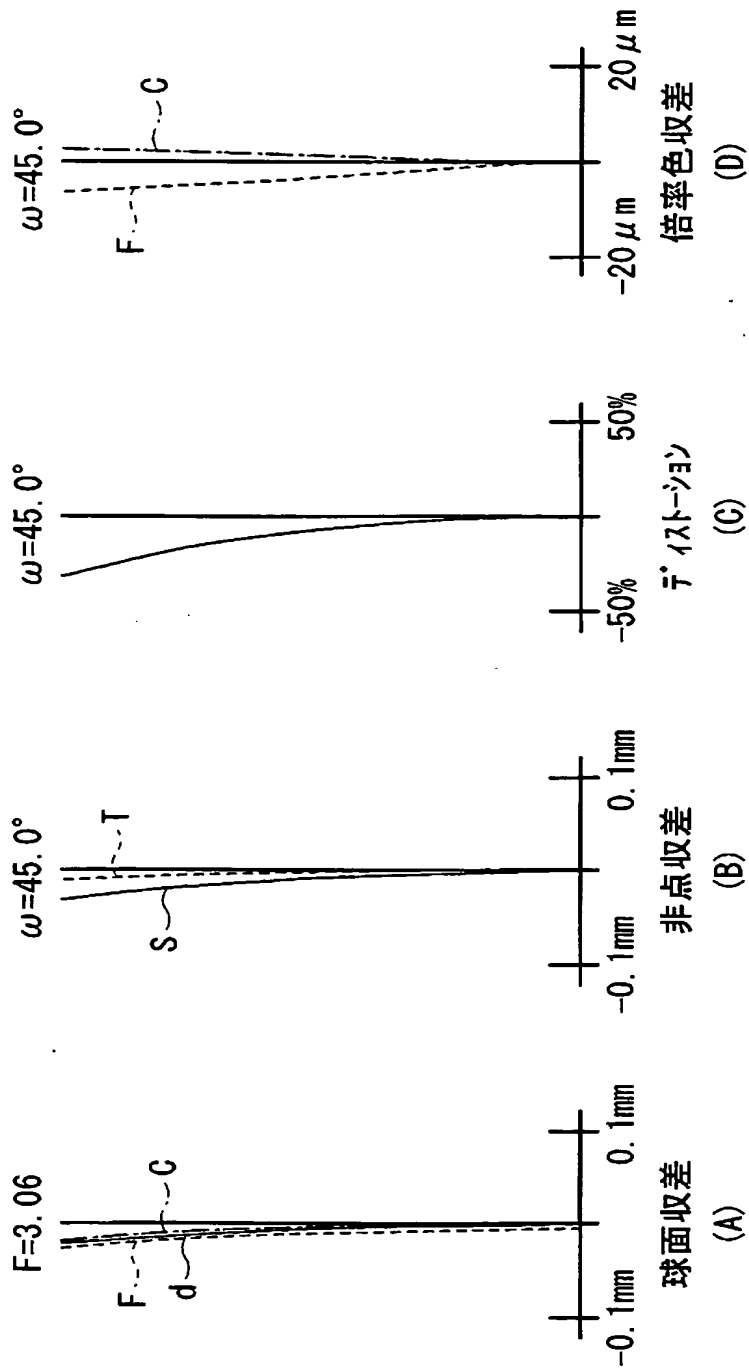
実施例 2				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndi (屈折率)	$\nu_j$ (アッベ数)
1	$\infty$	0.3350	1.90680	21.2
2	1.1720	0.3930	1.00000	
3	$\infty$	0.6700	1.88300	40.9
4	-0.7530	0.1670	1.00000	
5	1.3390	1.3621	1.88300	40.9
6	$\infty$		1.00000	

【図 5】

	実施例 1	実施例 2
視野角 $2\omega$	90.09°	118.07°
像高 h	0.347	0.410
有効Fナンバー	3.058	3.063
絞り径 SD	0.190 mm	0.214 mm
(1) $f1/f$	2.423	2.586
(2) $f1/D2$	6.522	3.289
(3) $D3/D4$	0.887	0.890

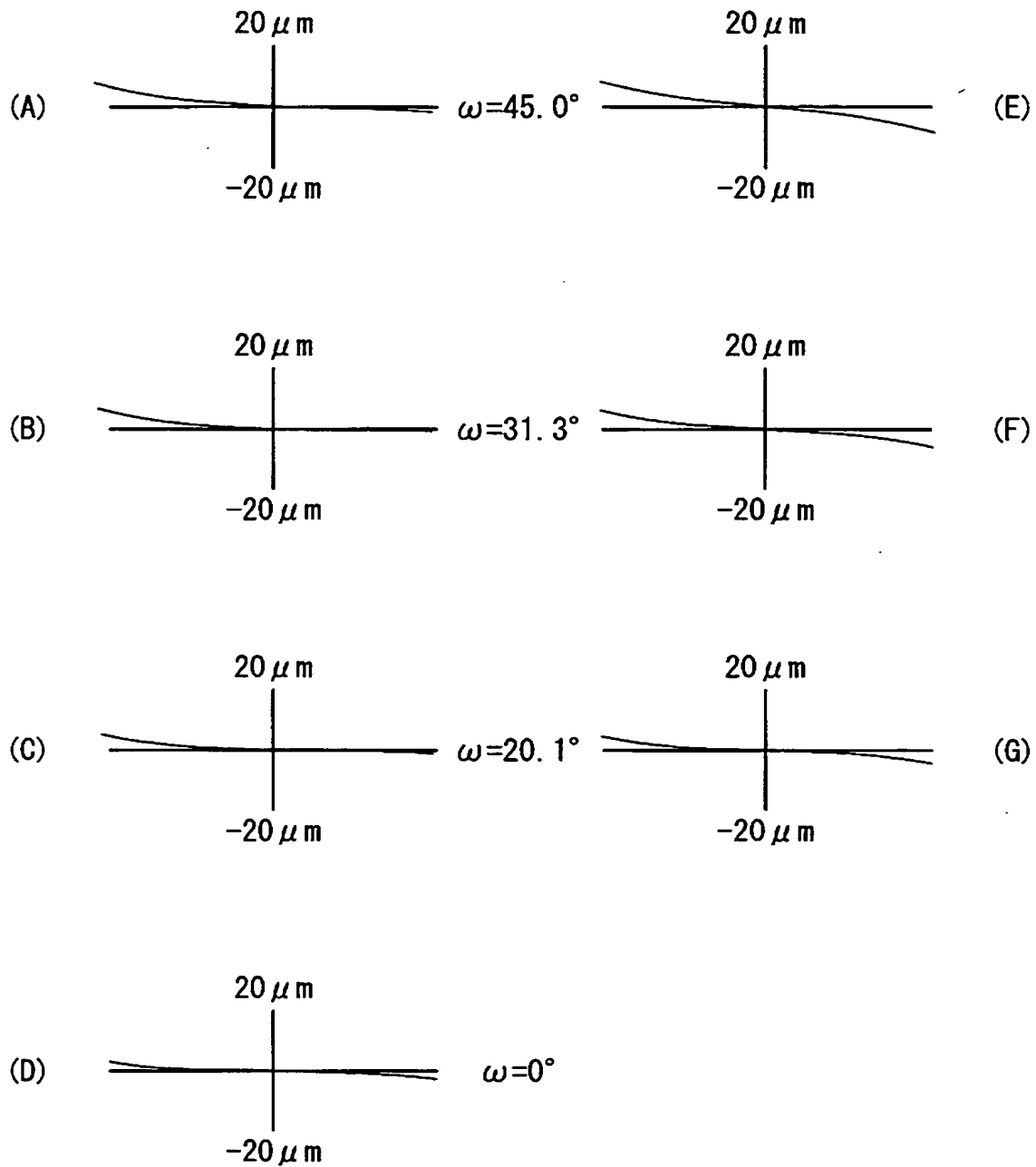
【図 6】

実施例 1

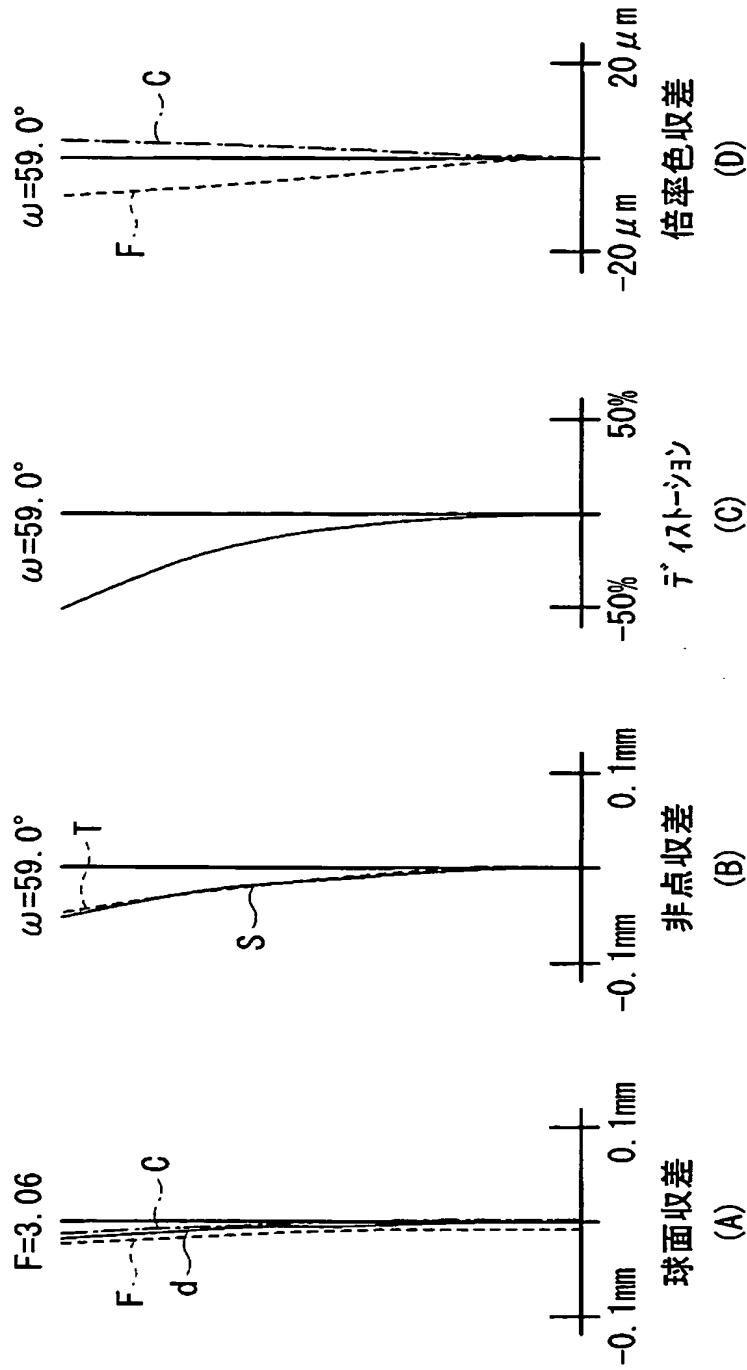


【図 7】

## 実施例 1

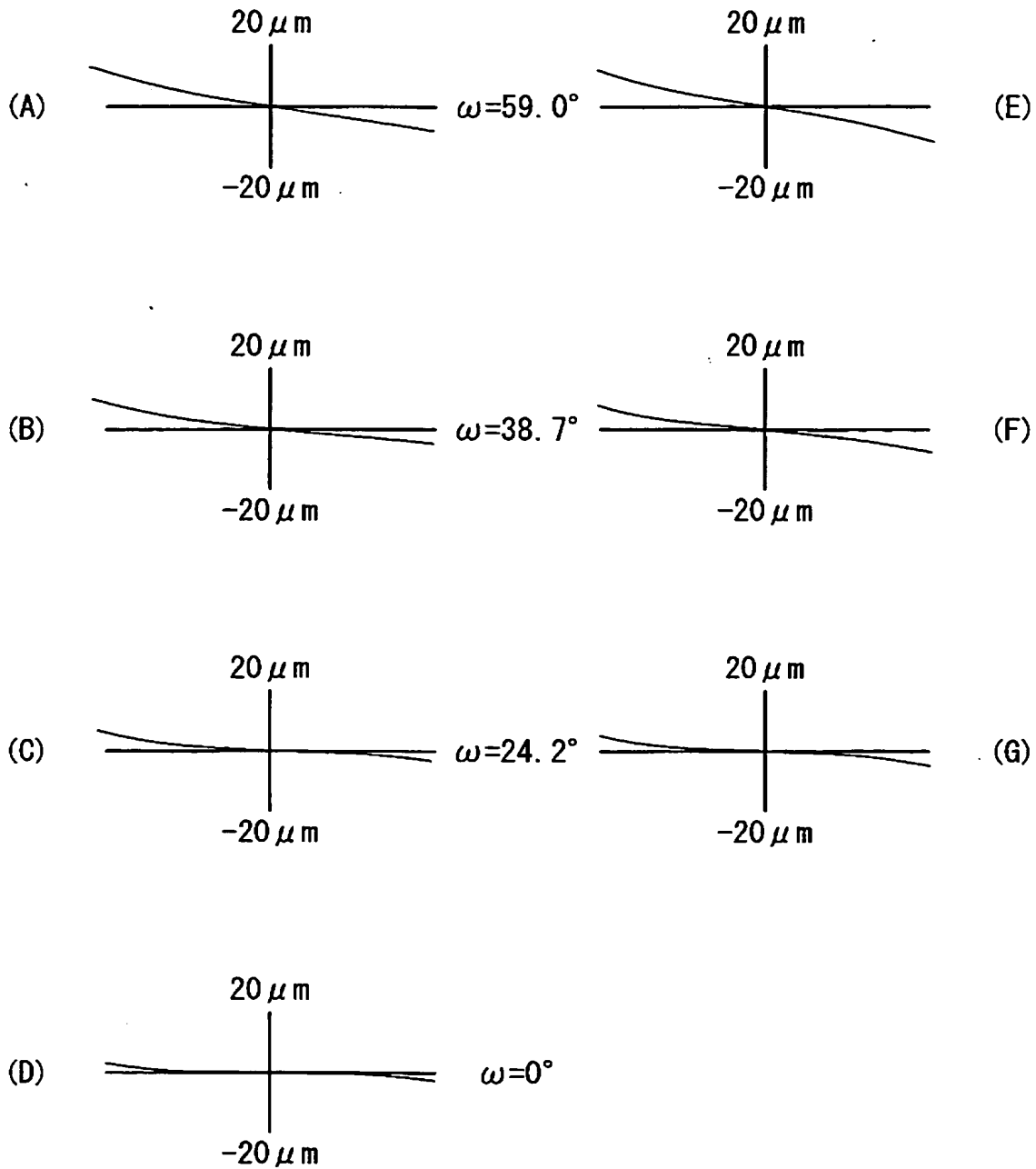


【図 8】 A-50



【図 9】

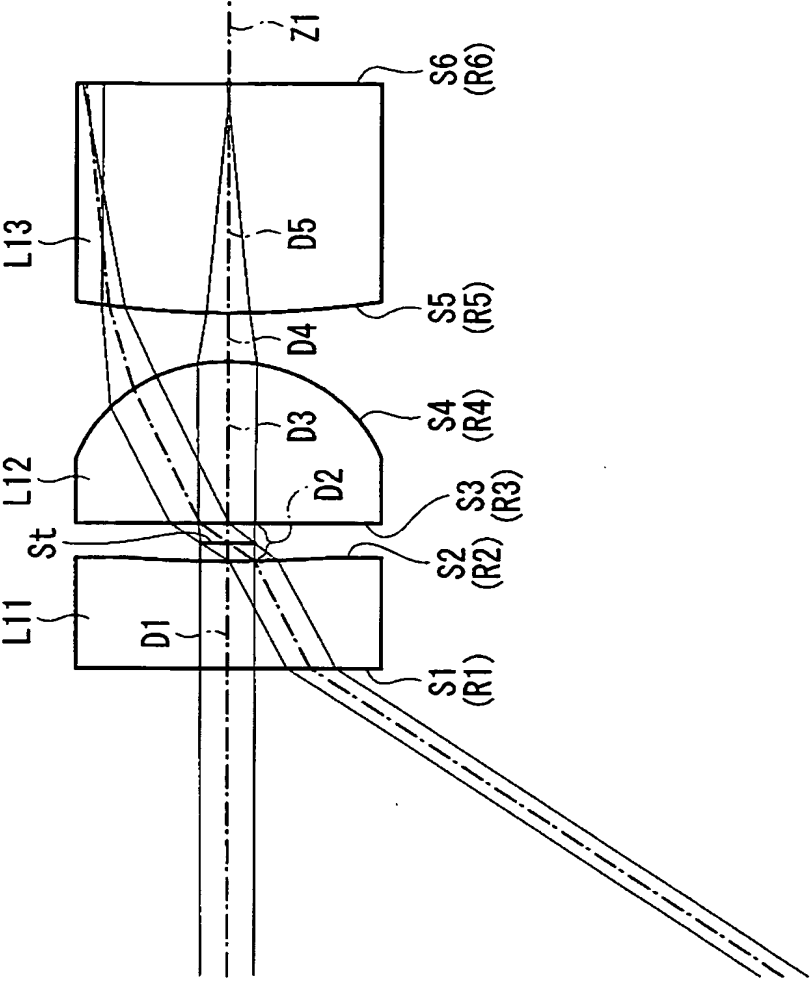
実施例 2





【図 1/0】<sup>7</sup>

比較例



【図 1 1】

比較例				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndi (屈折率)	$\nu_j$ (アッベ数)
1	$\infty$	0.3492	1.88300	40.9
2	4.0955	0.1222	1.00000	
3	$\infty$	0.5237	1.88300	40.9
4	-0.4818	0.1571	1.00000	
5	2.6186	0.7408	1.72916	54.7
6	$\infty$		1.00000	

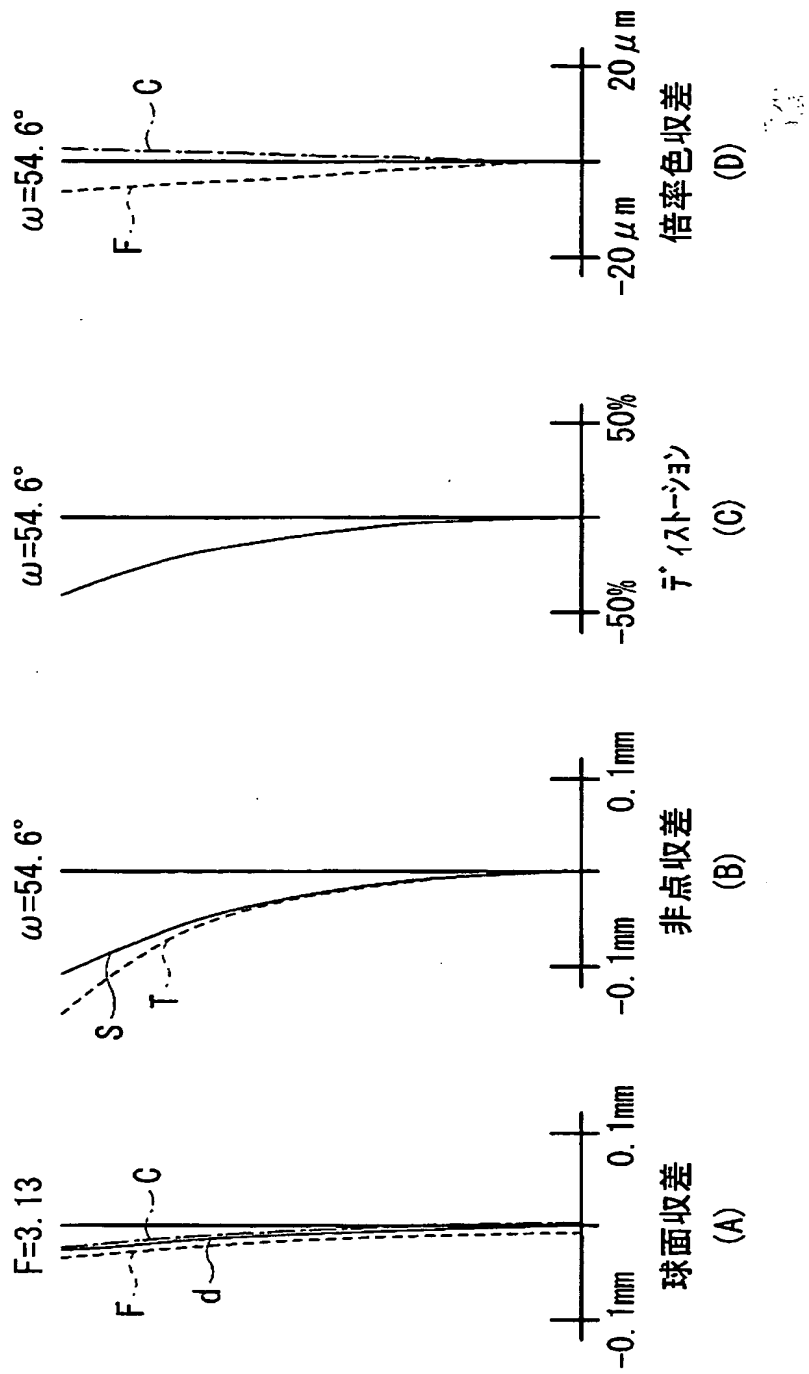
※ 絞りStは、S2とS3との中間に配置

【図 1 2】

	比較例
視野角 $2\omega$	105.26°
像高 h	0.420
有効Fナンバー	3.130
絞り径 SD	0.160
(1) $f1/f$	9.277
(2) $f1/D2$	37.956
(3) $D3/D4$	1.087

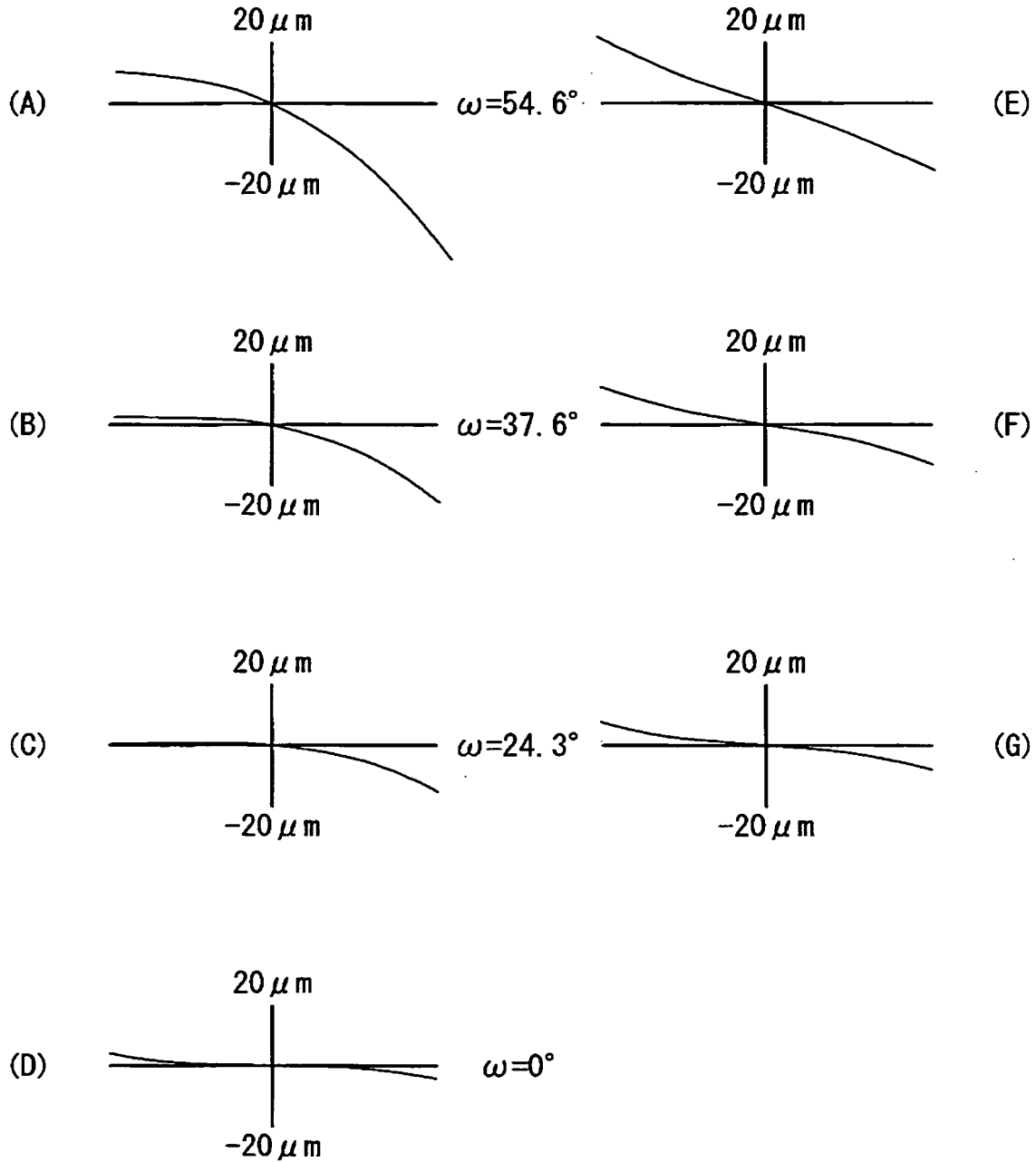
【図 13】 8A-20

比較例



【図 14】

比較例



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 全体としてコンパクトな構成でありながら、高い光学性能を備えた内視鏡用対物レンズを提供する。

【解決手段】 この対物レンズは、物体側から順に第 1 ないし第 3 レンズ  $L_1 \sim L_3$  の 3 枚の単レンズからなる簡単な構成をなし、かつ、条件式 (1) ないし条件式 (3) を満足している。このため、コンパクト化を図りつつ、諸収差を良好に補正することができる。特に、面  $S_1 \sim S_6$  がいずれも非球面形状を含んでいないので、比較的容易に高い寸法精度を得ることができる。また、絞り  $S_t$  を、第 2 レンズ  $L_2$  の物体側の面に接するように配置したことにより、テレセントリック性を確保できる。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-036924
受付番号	50300239815
書類名	特許願
担当官	小松 清 1905
作成日	平成 15 年 2 月 27 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000005430
【住所又は居所】	埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地
【氏名又は名称】	富士写真光機株式会社

## 【代理人】

申請人

【識別番号】	100109656
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿 1 丁目 9 番 5 号 大台ビル 2 階 翼国際特許事務所

【氏名又は名称】	三反崎 泰司
----------	--------

## 【代理人】

【識別番号】	100098785
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿 1 丁目 9 番 5 号 大台ビル 2 階 翼国際特許事務所

【氏名又は名称】	藤島 洋一郎
----------	--------

次頁無



1